

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-277998

(43)Date of publication of application : 02.10.1992

(51)Int.Cl.

H04R 3/02

(21)Application number : 03-063957

(71)Applicant : YAMAHA CORP

(22)Date of filing : 05.03.1991

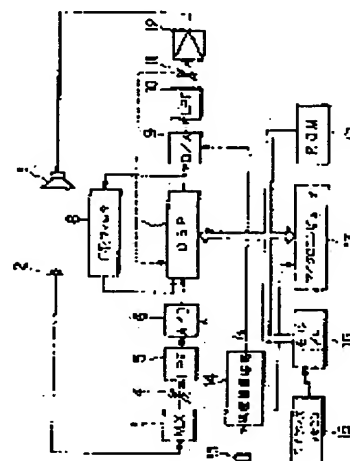
(72)Inventor : ANDO SHIGEO
ARAI JIHEI

(54) HOWLING CANCELLER

(57)Abstract:

PURPOSE: To realize the howling canceller to cancel howling due to feedback of an acoustic signal in an acoustic system in which the acoustic signal inputted to a microphone is outputted from a speaker.

CONSTITUTION: An FIR filter 8 applies convolution calculation to an input signal to a speaker 1 based on a coefficient decided by the result of impulse response measurement of an acoustic system having a reproduction speaker 1 and a sound collection microphone 2, and a digital signal processing circuit 7 adds an output signal of the microphone 2 and an output signal of the FIR filter 8 through phase inversion to each other to obtain the input signal to the speaker 1. Thus, a circuit cancelling howling from the speaker 1 to the microphone 2 due to a reflection sound parameter is made up of a DSP7 and the FIR filter 8.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

全項目
(19)【発行国】日本国特許庁(JP)
(12)【公報種別】特許公報(B2)
(11)【特許番号】特2560923号
(24)【発明の名称】ハウリングキャンセル装置
(45)【発明の名称】ハウリングキャンセル装置
(51)【国際特許分類第6版】

H04R 3/02

【目】

【請求項の範囲】2

【全頁数】10
(21)【出願番号】特願平3-63957
(22)【出願日】平成3年(1991)3月5日
(65)【公開番号】特開平4-277998
(43)【公開日】平成4年(1992)10月2日
(73)【特許権者】
【識別番号】J000004075
【氏名又は名称】ヤマハ株式会社
【住所又は居所】静岡県浜松市中区町10番1号
(72)【発明者】
【氏名】安藤 繁雄
【住所又は居所】静岡県浜松市中区町10番1号 ヤマハ株式会社内
(72)【発明者】
【氏名】新井 治平
【住所又は居所】静岡県浜松市中区町10番1号 ヤマハ株式会社内
(74)【代理人】
【弁護士】
【氏名又は名称】伊丹 勝
【審査官】高橋 義史
(56)【参考文献】
【文献】特開昭56-30397(JP, A)
【文献】特開 昭58-294199(JP, A)
【文献】特開 昭59-114555(JP, A)

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一つの再生用スピーカと、少なくとも一つの収音用マイクロホンとを有し、マイクロホンに入力された音響信号がスピーカから出力される音響系で生じるハウリングを防止するハウリングキャンセル装置において、前記音響系のインパルスレスポンスに基づき係数を決定する係数決定手段と、決定された前記係数に基づいて前記スピーカへの入力信号を量り込み演算する第1の演算手段と、前記マイクロホン出力信号と前記第1の演算手段の出力信号とを互いに位相反転して加算し、前記スピーカへの入力信号を得る第2の演算手段と、前記音響系の温度を検出する温度検出手段と、この温度検出手段で検出された温度に基づいた温度を上げ、前記マイクロホンの出力信号のA/D変換時のサンプリング周波数を上げ、前記温度検出手段で検出された温度が下駄したならば、前記サンプリング周波数を下げないように制御する手段とを具備することを特徴とするハウリングキャンセル装置。

【請求項2】 少なくとも一つの再生用スピーカと、少なくとも一つの収音用マイクロホンとを有し、マイクロホンに入力された音響信号がスピーカから出力される音響系で生じるハウリングを防止するハウリングキャンセル装置において、前記音響系のインパルスレスポンスに基づき係数を決定する係数決定手段と、決定された前記係数に基づいて前記スピーカへの入力信号を量り込み演算する第1の演算手段と、前記マイクロホン出力信号と前記第1の演算手段の出力信号とを互いに位相反転して加算し、前記スピーカへの入力信号を得る第2の演算手段と、前記スピーカからの出力信号を定めるボリュームゲインに応じて前記第1の演算手段の出力レベルを制御する手段とを具備することを特徴とするハウリングキャンセル装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】
【産業上の利用分野】この発明は、再生用スピーカに収音用マイクロホンを有し、マイクロホンに入力された音響信号がスピーカから出力される音響系に適用されるハウリングキャンセル装置に関する。
【0002】
【従来の技術】この種のスピーカおよびマイクロホンを有する音響系としては、コンサート、講演及び、金機用の音響システムや例えば特開昭61-257099号公報に記載されたサウンドルーシムシステム(SRS)がある。SRSは、一般家庭の部屋などでスピーカ/その他の音源を演算する際、あたかもホールなどの別の音響空間にいるような臨場感を持たせるために、演奏音をマイクロホンで収音し、得られた信号をソース信号としてディジタル信号処理により反転音や残響音の信号(以下、反転音信号という)を付加し、これをスピーカから再生する音響制御装置である。
【0003】
【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような音響制御装置では、スピーカから再生された音がマイクロホンにフィードバックされるため、エコー

一の重さされた音が再生されたり、また音場効果を高くするために再生音高を上げた場合、ハウリングと呼ばれる共振現象が生じる。なお、このようにスピーカおよびマイクロホンを有し、マイクロホンに入力された音響信号がスピーカから出力されるような音響系を以後スピーカ-マイクロホン系と称し、若たスピーカからマイクロホンへのフィードバックによって生じる現象をハウリングと総称する。このようなハウリングが生じると、当然ながら意図した音場再生はできなくなってしまうばかりでなく、非常に聞きにくいものになってしまう。
【0004】この発明は、上述した従来の問題を解決し、スピーカ-マイクロホン系のフィードバックによるハウリングを効果的に防止できるハウリングキャンセル装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明によるハウリングキャンセル装置は、少なくとも一つの再生用スピーカと少なくとも一つの収音用マイクロホンとを有し、マイクロホンに入力された音響信号がスピーカから出力されるハウリングを防止するハウリングキャンセル装置において、音響系のインパルスレスポンスに基づいて係数を決定し、この係数に基づいて第1の演算手段でスピーカへの入力信号を量り込み演算するとともに、第2の演算手段でマイクロホンの出力信号と第1の演算手段の出力信号とを互いに位相反転して加算し、スピーカへの入力信号を得るようにしたものである。第1の演算手段は例えばFIR(finite impulse response)フィルタであり、また第2の演算手段は例えばディジタル信号処理回路(DSP)により構成される。

【0006】この発明において、第1の演算手段で用いられる係数は、複数回求められたインパルスレスポンスをアペーキングして決定されることが望ましい。この発明においては音響系の温度を検出し、その検出結果に対応してマイクロホンの出力信号をA/D変換する際のサンプリング周波数を制御すること、より具体的には温度を上げた場合にはサンプリング周波数を上げ、温度が下がった場合にはサンプリング周波数を下げないように制御することとを第1の特徴とする。また、この発明においてはスピーカからの出力信号を量り込み演算するハウリングキャンセル装置に適用するハウリングキャンセル装置を制御する。

【0007】

【作用】音響系のインパルスレスポンスに基づいて決定された係数をスピーカへの入力信号に量り込み演算して得られた第1の演算手段の出力は、スピーカからマイクロホンへのフィードバック成分に対応する。従って、この第1の演算手段の出力信号を第2の演算手段においてマイクロホンの出力信号と互いに逆相にして加算すれば、マイクロホンの出力信号に含まれるフィードバック成分が除去され、ハウリングキャンセルが行われる。

【0008】ここで、音響系のインパルスレスポンスを複数回にわたって求め、それらをアペーキングして第1の演算手段での係数を決定すれば、音響系のゆらぎによるインパルスレスポンスのS/Nに起因する係数誤差が低減され、より精度よくハウリングキャンセルが行われる。

【0009】また、音響系の温度検出結果に対応してマイクロホンの出力信号をA/D変換する際のサンプリング周波数を制御することによって、音響系の温度変化に伴う音速変動に起因するインパルスレスポンスの変化の影響が補正される。これにより温度変化に対しても、正確なハウリングキャンセルが可能となる。

【0010】さらに、スピーカからの出力信号を量ると、音響系のルーブリックゲインが変化し、それに伴いフィードバック成分の幅も大きくなるので、第1の演算手段のゲインが一定の場合、フィードバック成分のキャンセル誤差が生じる。出力音量に応じて第2の演算手段に入力される第1の演算手段の出力レベルを制御すれば、このようなキャンセル誤差が生じなくなり、出力音量の変化に正しいハウリングキャンセルが行われる。

【0011】

【実施例】以下、この発明のハウリングキャンセル装置をスピーカ-マイクロホン系を有する音響制御装置に適用した実施例について説明する。図1は、この発明の一式例に依る音響系に音響制御装置の概略構成を示すブロック図である。

【0012】この音響制御装置は再生用スピーカ1、収音用マイクロホン2、マイクロキシング回路(MIX)3、入力ボリューム4、ローパスフィルタ(LPF)5、A/D変換器6、ディジタル信号処理回路(DSP)7、FIRフィルタ8、D/A変換器9、ローパスフィルタ10、出力ボリューム11、アンプ12、温度センサ13、温度補償回路14、ワイヤレスモコン15、リモコンユニット16、マイクロコンビュータ17およびROM18によって構成されている。

【0013】再生用スピーカ1は反転音を再生するためのもので、部屋の適当な位置に設置される。収音用マイクロホン2は楽器などの音を収音するためのものであり、その出力はマイクロキシング回路3で増幅され、さらに必要に応じて他のソース信号と所望の比率で混合された後、入力ボリューム4でレベルが調整されるようになっている。ローパスフィルタ5は、不要な高周波成分(A/D変換器6のサンプリング周波数の2倍以上の周波数成分)を除去するためのものであり、その出力はA/D変換器6でサンプリングされたディジタル信号に変換された後、ディジタル信号処理回路7に入力されている。

【0014】ディジタル信号処理回路7は、マイクロコンビュータ17からの制御により指定された処理を行う回路であり、具体的には後述するインパルスレスポンス測定モードと反転音再生モードとを選択的にプログラムできるように構成されている。ディジタル信号処理回路7の出力は、D/A変換器9でアナログ信号に変換され、さらにローパスフィルタ回路10で平滑化されて不要な高周波成分が除去された後、出力ボリューム11およびアンプ12を介してスピーカ1に供給されるようになっている。

【0015】なお、ROM18にはホール等の各種音響空間について予め求めた反転音パラメータと、反転音に周波数特性を付与するためのディジタル信号処理回路7内のディジタルフィルタの周波数特性パラメータおよびディジタル信号処理回路7のプログラムのパラメータが格納されている。そして、ワイヤレスモコン15の操作に従って、マイクロコンビュータ17によりROM18から所定の反転音パラメータや、周波数特性パラメータあるいはプログラムが読み出されるようになっている。

【0016】この音響制御装置は、マイクロコンビュータ17からの制御により、同一のディジタル信号処理システム上で部屋の特性を含めたスピーカ1-マイクロホン2の系の伝送特性(インパルスレスポンス)を測定するインパルスレスポンス測定モードと、反転音再生モードの二つの動作モードを選択でき、同モードでの系の伝送特性の相違による誤差を最小にすることができ、以下、これらの各動作モードについて説明する。

【0017】(1)インパルスレスポンス測定モード図2は、インパルスレスポンス測定モードの体制を示す図である。なお、この図は図1の主要部のみを示している。このモードでは、まずマイクロコンビュータ17によりROM18からインパルスレスポンス測定用のディジタル信号がロードされる。このディジタル信号は、まずマイクロコンビュータ17によりROM18からインパルスレスポンス測定用のディジタル信号がロードされる。このプログラムのインプットとしてスピーカ1から再生される。

【0018】スピーカ1から出力されるインパルスは、直接および部屋で反転された後、マイクロホン2により収音される。マイクロホンの出力はマイクロキシング回路3に入力され、入力ボリューム4およびローパスフィルタ5を経てA/D変換器6によりディジタル信号に変換され、ディジタル信号処理回路7に入力される。ディジタル信号処理回路7では、この入力信号をスピーカ1からマイクロホン2間で部屋の特性を含めた伝送特性を示すインパルスレスポンス測定結果として取込み、内蔵のRAM(図示せず)に記憶する。

【0019】ところで、インパルスレスポンスは音場(部屋)のゆらぎのために安定しないので、1回の測定だけでは精度の良いインパルスレスポンス測定結果が得られない。そこで、測定されるインパルスレスポンスのS/Nを改善するため、上記のインパルスレスポンス測定動作がランダムに複数回繰り返され、それら複数回の測定結果の平均がとられ(アペーキング)、最終的なインパルスレスポンス測定結果とされる。この最終的なインパルスレスポンス測定結果がFIRフィルタ8にバックワート方向から転送され、FIRフィルタ8に係数データとしてセットされることにより、このインパルスレスポンス測定モードが終了する。

【0020】(2)反転音再生モード図3は、反転音再生モードでの体制を示す図である。なお、この図は図1の主要部のみを示している。このモードでは、まずマイクロコンビュータ17によりROM18から反転音再生のプログラムがロードされる。このプログラムがロードされると、ディジタル信号処理回路7において、反転音再生モードからマイクロキシング回路3、入力ボリューム4、ローパスフィルタ5およびA/D変換器9を経て入力されたソース信号に基づいて、反転音再生回路23で反転音信号が生成される。

【0021】この反転音信号の生成方法は、例えば特開昭61-257099号公報に記載されている方法と基本的に同じである。その詳細は同公報に記載されているので、簡単に説明すると、まずROM18からワイヤレスモコン16を通じてユーザの指定した反転音パラメータ(建屋形状およびディザインのデータ)が読み出され、反転音生成回路23内に設けられたRAM(パラメータメモリ、図示せず)に一旦転送される。反転音生成回路23内では、このRAM

に保持された反符号(ラムダータ)に基づいて、A/D変換器6の出力信号をソース信号としてソース信号名と振幅レベルを持つ信号群を作り、それらを重み付け込み演算により合成させて、このように反符号信号を生成する。
 (0022)また、デジタル信号処理回路7内に反符号信号名により反符号信号を生成するために設けられたデジタルフィルタ(図示せず)の周波数特性は、ROM18から読み出されるワイヤレスメモリ16を通してユーザにより指定された周波数特性(ラムダータ)に従って制御される。なお、ROM18から読み出された周波数特性(ラムダータ)は、一旦RAM(図示せず)に転送される。このRAMに保持された周波数特性(ラムダータは、ワイヤレスメモリ16を通してユーザが好みに応じて調整することが可能となっている)。

【0023】これに生成された反符号値は、D/A変換器9でアナログ信号に変換された後、ローパスフィルタ10、出力ボリューム11およびアンプ12を通過してスピーカ1に供給され、反符号が再生される。一方、反符号生成回路23から出力される、さらにFIRフィルタ8にも入力される、FIRフィルタ8の出力信号は、位相反転回路21を介して加算回路22に供給され、この加算回路22の出力信号が反符号生成回路23に入力される。

【0024】次に、FIRフィルタ8には前述のインパルスレスポンス測定モードにおいて、スピーカ1からマイクアロホン2までの系の相関の特性を含めたインパルスレスポンス測定結果が提供されており、このため、FIRフィルタ8を通して得られた反符号値は、スピーカ1から発生された反符号がマイクアロホン2で受信された後、タイミング信号の遅延、入力ボリューム4、ローパスフィルタ10、D/A変換器8を経て得られた信号とほぼ同一になり、位相反転回路21および加算回路22を用いてFIRフィルタ8の出力信号の逆相関信号をA/D変換器6の出力信号に加えることにより、スピーカ1から発生した音がマイクアロホン2に入ることによってA/D変換器6の出力に生じるフィードバック成分(エコー成分)がキャンセルされ、ハウリングが抑制されることになる。

【0025】次に、この実施例における1チャンネル(スピーカ)1個、マイク(ホブ)1個でのハウリングキャンセリングの原理を図を参考にさらに詳しく説明する。図に示す、 $y(t)$ はマイク(ホブ)2の入力信号、 $R(t)$ はスピーカ1の出力、 $s(t)$ は音源発生成分周波数23から出力される初期反響成分、 $n(t)$ は初期反響成分の雑音成分である。FRF(1)を反響インパルスレスポンス $s(t)$ の測定結果であるFRF1タ8の係数とし、 K を定数、 $C(t)$ をFRF1タ8の出力とすると、次の関係式が得られる。但し、*は畳み込み演算(コンボリューション)を示す。

【例1】

$$y(t) = a(t) + h(t) * R(t) \quad (1)$$
$$R(t) = [y(t) - K \cdot C(t)] * ER(t) \quad (2)$$
$$C(t) = R(t) * h' \quad (t) \quad (3)$$

【0027】これを变形して、エピーカ1の出力R(t)は、次のように書き換えられる。

$$RQ(n) = (n) \cdot ER(n) + ([n] \cdot K \cdot h^{-1} \cdot (n)) \cdot R(n) \cdot ER(n) \quad (4)$$

[0029]にて、(4)式の右辺第1項は本来のスピーカ1の出力であり、第2項はスピーカ1の出力が再びマイクホン2に戻る、いわゆるエコー成分及びFIRフィルタ80の出力である。インパルスレスポンス(n)はFIRフィルタ80の出力を互いに逆相にして加算し、さらに定数Kを定常値に設定すれば、(4)式の右辺第2項は響けになることができる。これがこの発明におけるエコーキャンセル、すなわちハウリングキャンセルの原理であり、エコー成分を含むような反対相のみの再生を行うことができる。

[0030]なお、定数Kはインパルスレスポンス測定時と反音響生時のループゲインの比と考えられ、その値は通常1である。また、インパルスレスポンス測定時と反音響生時にマイク出力への出力のポリウム(入力ポリウム4)が一定であれば、 $h(t)$ と $h'(t)$ はほぼ等しくなる。また、スピーカ1〜 n 個のプロントレスポンスのループゲインを2つに分けてハウリング現象が起こるが、そのループゲインに対処してKの値を変えて(2)式の右辺2項を消去し、ハウリングを制御することができる。

[0031]次に、温度補償について説明する。一般に、空気の中を伝搬する音の速度、つまり音速はその場所の温度に依存して変化する。この音速の温度依存性は、次の式で表わされる。

C=331.45+0.6·θ(m/s) (5)

C音速 θ : 媒質温度 [0033] に相当する分だけ音の到達距離が異なってくることになる。上述のようにデジタル信号処理により、音の到達距離を測定し、ハウリングキャンセルを行う場合、理論上は測定時と再生時でのインパルスレスポンスを異なる場合、インパルスレスポンス変形は音速の違いによって異なってくる。その音速の違いは (5) 式から必要である。

【0034】ここで、例えばA/D変換器6でのサンプリング周波数 f_s ($=D/\Delta$)と変換器9での変換クロック周波数 f_{cl} を44.1kHz、測定時の音源を3400m/sとすれば、測定時の再生時間 t_{re} と再生周波数 f_{re} は、測定時と再生時とで時刻間 $\Delta t=1/44,100$ sと0.67340と変換器9の出力信号(デジタル信号)処理回路7である。この実施例では、測定時と再生時とで時刻間 $\Delta t=1/44,100$ sと0.67340と変換器9の出力信号(デジタル信号)処理回路7である。このように測定時と再生時との温度変化による音速の異なる影響を防ぐために、何らかの温度補償が必要となる。

[0035] FFRフィルタ8の時間長は、一般的に有限量であるが、ハウリングキャンセリングに用いる場合は、部屋の残響時間(RT)に対応した長さのものを採用し、例えば、 $RT=0.2$ 秒以下の部屋に対しては、FFRフィルタ8の時間長を更に短くすることで対応できる。この事例を踏まえ、ハウリングキャンセリングにおける温度補償の方法を以下に説明する。

FFRキャンセリングにおける部屋の残響時間が短い場合については、FFRフィルタ8の時間長が短い場合、温度変化に応じてFFRフィルタ8の出力信号波形を載サンプリングすることで対応できる。

[illegible]

(c) サンプル周波数の算出方法としては、温度変化による音速変化に対応してサンプリング周波数を可変する方式がある。図5で説明したようなウィンドウ機能のある装置では、デジタル信号処理の中でサンプリング周波数の変換を行い、ウィンドウ幅を一定にする。例えば、再生時において部屋の温度がインパルスレス状態より変化した場合、スピード・カーブマイクロプロセッサ系のインパルスレスプロセスは、伸縮した形状に変えてくる。これは加熱時の歪が生じる原因となる。(d) サンプル周波数は、伸縮した形状に対して、AやB両側の6つのサンプリング周波数(D/A変換器8のクロック周波数)を変更することにより、見掛け上のインパルスレスプロセス変形が同一となる。例えば再生時にインパルスレス状態より温度が上昇した場合、サンプリング周波数は

をその温度上昇に見合った適当な量だけ上げれば、A/D変換器6の出力信号に含まれるインパルスレボンス波形成分が安定時のそれと同一となる。正しいウィングキャンセルを行うことができる。測定時より温度が下降した場合は、型にサンプリング周波数を下げればよい。

[illegible]

[0042] 普通の温度依存性は先の(3)式に示した通りであるが、温度変化に対してサンプリング周波数 f_s をインパルスレスポンス測定時のサンプリング周波数 f_{s0} からこの現象を考慮しては、測定時の周囲温度 T を 15°C 、サンプリング周波数を 4 kHz とした。再生時の部屋の温度は、測定時に對して大きくとも $\pm 2^\circ\text{C}$ 程度の増減と考えれば、図9よりサンプリング周波数 f_s の变化は $\pm 0.35\%$ 程度で十分である。これは図8や図9より十分に実現可能な範囲である。また、季節や現在の室温に依り、部屋の温度を $\pm 1^\circ\text{C}$ 程度に設定すれば、部屋の温度が大きく変化しない限り、前記のような温度補償は可能である。

[0043]図10は、第1の方式による温度補償回路44の作り出しを示している。一方、VCO34の入力にVCO1電圧(発振振幅)34を用いて、シンチ発生回路を作っている。次に、出力ポリューム11に出力音量を上げてゆくとき、スピーカ1~マイク回路2に送られるルーブリック成分は、21の成分の振幅も大きくなる。ここで、実施例では図3に示すように、出力ポリューム11に連動して例えば出力振幅を2倍、21のゲインを制御し、スピーカ1に出力音量に同じ出力振幅21の出力力をもたせ、出力ポリューム11の出力レベルを制御している。これにより、出力音量の変化によるフレイドバック成分の振幅レベルの変化に対しても、正しくハウリングキャンセラを行なうことができる。

[図0045]次に、多チャネル音場制御装置の略構成を示す図であらう。図1に示した多チャネル音場制御装置と同一部分について説明する。図1は、この発明に係る4チャネル音場制御装置の略構成を示す図である。

[図0046]図1に示す4チャネル音場制御装置では、再生用スピーカとして前方(FR)チャネル用、前方右(FR)チャネル用、後方左(RL)チャネル用および後方右(RR)チャネル用の4個のスピーカが配置され、これに対応してデジタル信号処理回路7、FRフィルタ8、ローパスフィルタ9、出力アンプユニット10およびアンプ12をもそれぞれ4個ずつ設けられている。また、4個のFRフィルタ9の出力端子は加算器19を介してデジタル化し、処理回路8に共通に入力される。

【0047】この音場制御装置は、インパルスレスポンス測定モードでは測定を各チャネル毎にそれぞれ独立して行っており、各チャネルのFIRフィルタ8に対して個別に係数に共通し、反射角再生モードでは加算器19で各チャネルのFIRフィルタ8の出力信号の総和をとり、これを各チャネルのディジタル信号処理回路7に共通し、反射角再生モードによって、加算器19で各チャネルのFIRフィルタ8の出力信号の総和を行う。

【0048】次に、この実施例における4チャンネル(スピーカ4個、マイクロホン1個)でのハウリングキャンセルの原理を図1を参照してさらに詳しく説明する。

[0049] スピーカ1が2個(2チャネル)以上の場合には、他のチャネルのスピーカ再生による結音のインパルスレスポンスがチャネル間で相互に影響すると考えられる。この場合のハウリングキャプタルの手順として、まず各チャネルに独立してインパルスレスポンスを測定し、これら各チャネル毎のFRFから8つの値を抽出する。次に、各チャネルのFRFから8つの値の中から演算結果を加算する19で全加算し、その加重した信号でマイクローブからの騒音のエコー成分をキャンセルすることにより、各チャネルのスペクトルを用いた結合したハウリングキャプタルの値を得る。

【0050】図2において、 $y(t)$ はマイクホン2の入力信号、 $R_{FL}(t)$ 、 $R_{FR}(t)$ 、 $R_{RL}(t)$ 、 $R_{RR}(t)$ は各チャンネルのスピーカ1の出力、 $s(t)$ は音源である、 $ER_{FL}(t)$ 、 $ER_{FR}(t)$ 、 $ER_{RL}(t)$ 、 $ER_{RR}(t)$ を各チャンネルのスピーカ1から出力される音源の位置の特性を含めたとしたマイクホン2までの系のインパルスレスポンス、 $h_{FL}(t)$ 、 $h_{FR}(t)$ 、 $h_{RL}(t)$ 、 $h_{RR}(t)$ をこのインパルスレスポンスの測定結果として、各チャンネルのFIRフィルタ8のインパルス関数とし、 K_{FL} 、 K_{FR} 、 K_{RL} 、 K_{RR} を定数、 $c(t)$ を各チャンネルのFIRフィルタ8の出力の総和である加算器19の出力とすると、次の関係式が得られる。但し、*は畳み込み演算(コンvolution)を示す。

【0051】
【数4】

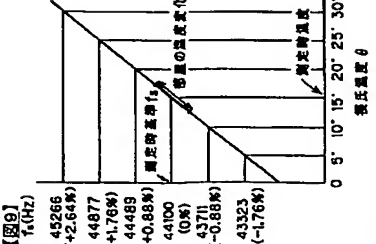
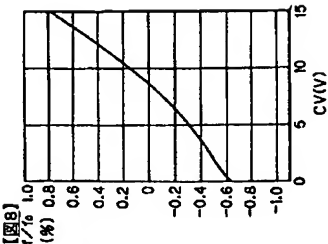
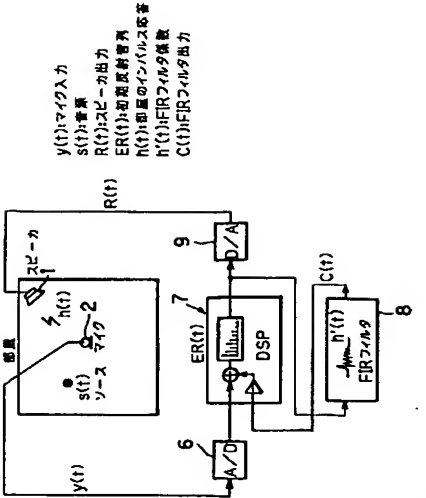
[illegible]

$\ast R_{RL}(t) + h'$
 $_{RR}(t) \ast R_{RR}(t)[0052]$ これらを実形して、各スピーカ出力 $R_{FL}(t)$, $R_{FR}(t)$, $R_{RL}(t)$, $R_{RR}(t)$ を整理すると、次の関係式が得られる。
 [0053]

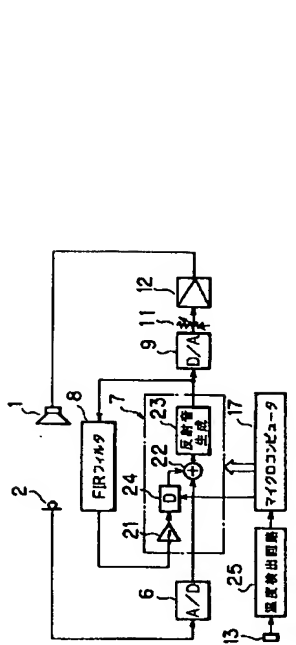
[illegible]

$$\text{err}^{\text{ch}} \cdot \text{FR}(\text{U}) * \text{R} \cdot \text{FR}(\text{U}) + \text{lh} \cdot \text{U} - \text{K} \cdot \text{err}^{\text{ch}} \cdot \text{F}_L(\text{U}) * \text{R} \cdot \text{F}_L(\text{U}) * \text{ER} \cdot \text{err}(\text{U}) [9] [0054\text{A}]$$
 において、(6)～(9)の各式の石辺第1項は、本装置生ずべき出力信号である。(6)～(9)の各式の石辺第2項は、互いの各チャネルのスピーク出力が影響を持つエコー成分及び各チャネルのコピー出力を含むこと。この場合にも、この第2項は測定時と再生時の差を一定にすればゼロになることが出来る。即ち、各式の中のコピ内をすべてゼロにすることにより、各スピーク出力は本装置の再生すべき信号出力のみとなる。従って、先の周チャネルの時と同様にハワリングキャンセラルを行なうことができる。[0055]のハワリングキャンセラル動作を簡単に各チャネルと、L02チャネルの場合について、図13に示す実際の観測波形を用いて説明する。図13はインパルス信号に対する動作の波形を示したもので、(a)、(b)、(c)はインパルスのインパルスレスポンスを模擬して得たFRF1798のインパルス入力に対する出力波形、(c)はそれら(c)を加算した、部屋第19の出力信号波形である。また、(d)は反時計方向2/3、L10周チャネルに対する出力波形、(e)はそれら(c)を加算した、部屋第19の出力信号である。それらがスピーク1から部屋第19の出力信号を[図13(e)に示した加算器19の出力信号を[図13(e)に示したデジタル信号処理回路7内の位相反転回路21で逆相にした後、加算回路22で図13(d)に示したA/D変換器6の出力信号に加算すること、図13(f)となる。この図13(f)の波形はエコー成分がキャンセルされた本装置のスピーク出力であり、これによりA/D変換器6の出力信号がキャンセルされることが分かる。

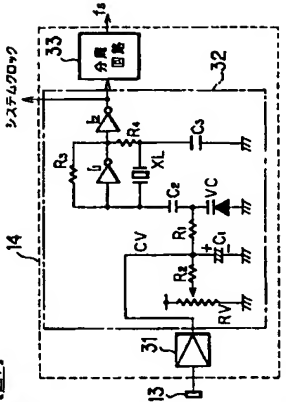
【0055】なお、この実施例においては各チャネルのデジタル信号処理回路7内の位相反転回路21を各チャネルに共通に設けてもよい。また、この実施例においては出力ボリューム11に設けられた出力音量に応じて位相反転回路21の出力レベルを制御するのではなく、スピーカ1からの出力音量に応じて位相反転回路21のゲインを制御し、スピーカ1からの出力音量に応じて位相反転回路21の出力レベルを制御することによって、出力音量によらず正しいハウリングキャンセリング効果を得ることが可能である。上記の実施例では、マイクロホン2が1個である。



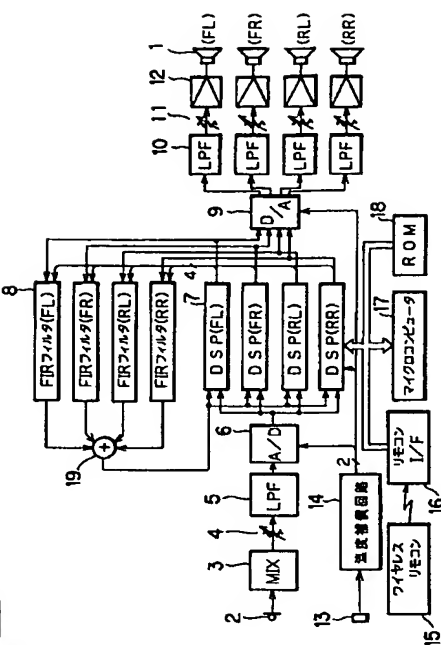
【図6】



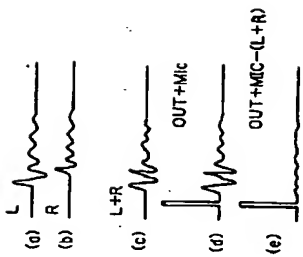
【図7】



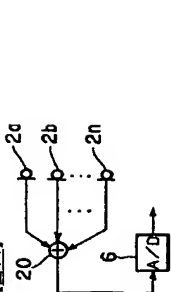
【図11】



【図13】



【図14】



【図12】

